

A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén

A kutatásalapú tanulás ('inquiry-based learning', IBL) elterjedését számos tényező befolyásolja. A tanulmány ezek közül elsősorban a tanárra és a tanárképzésre, tanártovábbképzésre koncentrál. A tanár pedagógiai tudása, kompetenciái, a tanulóval, tanítással és a tantárggyal kapcsolatos meggyőződései, motivációja, önhatékonysága, önszabályozásra, reflektálásra való képessége meghatározza a tanítás mindennapi gyakorlatát. Ahhoz, hogy a tanárok képesek legyenek a kutatásalapú tanulás hatékony megvalósítására, olyan fejlesztő programok kidolgozása szükséges, amelyek az eddigi tapasztalatokat, kutatási eredményeket figyelembe véve értelmezik a tanár és a tanuló szerepét, és meghatározzák a tanárok szakmai fejlődését ('professional development', PD) elősegítő tudáselemek, tevékenységek, tananyagok jellegét, tartalmát, a tanártovábbképzés menetét, a tananyagok disszeminációját.

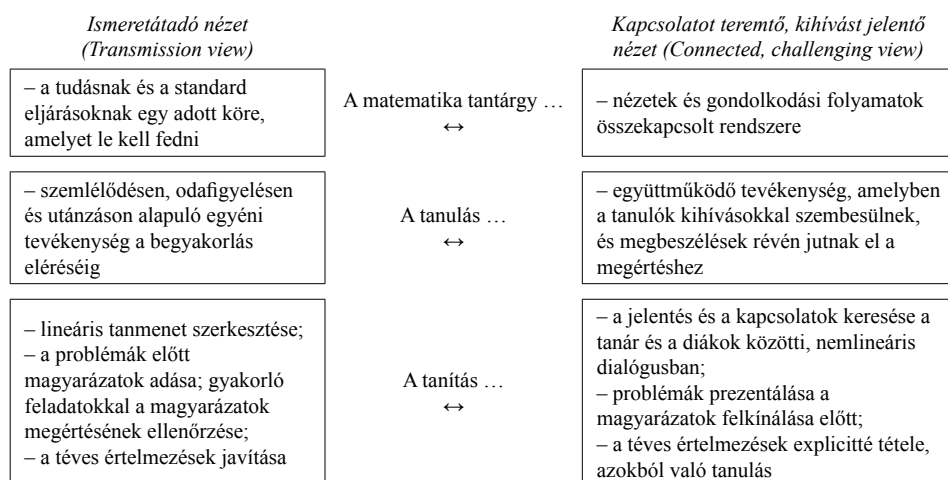
A tanulmány a PRIMAS projekt keretében megvalósuló tanártovábbképzési rendszer koncepcióját ismerteti, és bemutatja a kutatásalapú tanulás elterjesztését segítő és akadályozó tényezőknek az antropológiai didaktikai elméletre alapozott elemzését a részt vevő országokban.

Az ismeretátadó tanítástól a tanulói aktivitásra épülő tanítás felé

A kutatásalapú tanulás Khan és O'Rourke (2005) meghatározása szerint tanulói aktivitásra alapozott, tanulóközpontú, önirányított, vizsgálódáson, kutatáson alapuló folyamat. A tanulók kísérleteket, kutatásokat végeznek, folyamatokat modelleznek, ami lehetővé teszi, hogy aktívan és kreatív módon foglalkozzanak az adott tantárgy problémáival, kérdéseivel, gyakran egymással együttműködve. Az IBL megközelítésekbe beletartozik az esettanulmány, a problémaalapú tanulás éppúgy, mint a különböző típusú kutatási projektek. A kutatásalapú tanulásnak számos előzménye van. Elméleti hátterében elsősorban a tanulás konstruktivista felfogása áll, amely kiemeli a tanuló aktív szerepét saját tudásának létrehozásában, és nagy hangsúlyt fektet a tanulók előzetes tudására, meggyőződéseire (Pope és Gilbert, 1983). Mivel az előzetes tudás szűrőként működik az új ismeretek elsajátításakor, a tanulás hatékonyabb, ha abban a tanuló aktív résztvevő és nem pusztán befogadó (Glaserfeld, 1995). A konstruktivista tanuláselméletre alapozott oktatási módszerek között ezért számos olyan van, amely az irányított felfedezés valamely formáját alkalmazza, ahol kérdések, különböző tevékenységek révén segíti a tanár a diákokat abban, hogy az új tudást megismerjék, megvitassák, értékeljék.

A kutatásalapú tanulásban megjelennek a konstruktivista tanulásfelfogás évtizedek óta ismert elemei, mégis újszerű, komplex módja annak, ahogyan a diákok a tudománnyal foglalkoznak az iskolában. Célját, módszereit, tanári és a tanulói szerepeit, tevékenységeit

geit tekintve jelentősen különbözik a gyakran hagyományosnak nevezett, az ismeretek átadását előtérbe helyező, ismeretközlő oktatástól ('transmission orientation'), amelynek problémáit a matematikatanítás tapasztalataira alapozva Swan (2005) a következő módon foglalja össze: A matematikaórakon a diákok alacsony szintű, mechanikus feladatokat kapnak, amelyeket rutinszerűen oldanak meg mélyebb gondolkodás nélkül; főként befogadói az információnak, kevés lehetőségük van a tanórán a közvetlenebb részvételre és a különböző megközelítések felfedezésére; nincs elegendő idejük arra, hogy megértsék a matematikai fogalmakat; túl kevés az idő saját gondolataik megfogalmazására és a különböző megközelítések megfontolására, értékelésére. Az ismeretátadó oktatásban dominál a tanári magyarázat, az illusztráló példák bemutatása és az egyes tudáselemeket begyakorló, visszakérdező feladatok megoldása. A tanár lépésről lépésre vezeti a diákokat egy bizonyos, előre meghatározott menetrend szerint a tananyag feldolgozásában, ellenőrzi a tanulási folyamat lépéseit és annak eredményét (1. ábra).



1. ábra. A matematikával, tanulóssal és tanítással kapcsolatos nézetek (Swan, 2005, 5. o.)

Swan (2005) szerint ez a tanítási mód eredményes lehet akkor, ha rövid idejű felidézésre van szükség. Hosszabb távon azonban kevésbé hatékony, mert támogatja az értelem nélküli tanulást, az ismeretek, szabályok memorizálását anélkül, hogy a diákok értenék és alkalmazni tudnák azokat. Nem veszi figyelembe a tanulók előzetes tudását, meggyőződéseit, tévképzeteit; támogatja a passzív tanulói viselkedést a tanórán, azt az elvárást, hogy majd megmondja a tanár, mit kell tenni. Az ismeretátadó oktatás eredményeként a tanulók sikereiket azzal mérik, hány kérdésre tudtak válaszolni, és nem azzal, hogy mit értettek meg.

A Swan (2005) által javasolt konnekcionista modell kiemeli a tantárgyat jellemző kölcsönös kapcsolatokat, a tanulásban a diákok közötti együttműködést. Másik jellemzője a kihívás, ami arra utal, hogy nem elfedni, hanem feltárni kívánja az értelmezési nehézségeket és ütköztetni a különböző tanulói nézeteket. Ez a modell eltér a felfedezéses tanulástól, amely a konnekcionista megközelítéshez hasonlóan lehet kutatásalapú (Askew, Brown, Rhodes, Johnson és William, 1997; Swan, 2005). A felfedezéses tanulásnál a tanárnak passzív, facilitáló szerepe van, elvárja a tanulóktól, hogy önállóan alkossák meg fogalmaikat és sajátítsanak el különböző módszereket. A tanulók egyénileg dolgoznak a tanár által gondosan kialakított stimuláló és kreatív tanulási környezetben, gyakorlati feladatokat oldanak meg, vizsgálódnak, reflektálnak az eredményekre. A tanár a

tanulási folyamat végén értékeli a diákokat, és a gondosan válogatott, megfelelő sorrendben következő tapasztalatok révén megpróbálja kivédeni a téves értelmezéseket.

A kutatásalapú tanulás kihívást jelent a tanároknak, hiszen a mindennapi tanítási gyakorlatban ők is és a tanulók is főként a rutinfeladatokat részesítik előnyben. Ezek a feladatok biztonságot nyújtanak, kiszámíthatóvá teszik a tanórai folyamatokat. Kérdések megfogalmazása, problémák felvetése és elemzése, vita kezdeményezése a tanórán jelentős előkészítő munkát, más gyakorlatot, módszereket igényel, újszerű kapcsolatot kíván a tanulókkal. Ehhez a tanulási-tanítási folyamathoz más típusú feladatok szükségesek, mint amilyeneket általában a tankönyvek kínálnak. A tanárok ezért általában vonakodnak attól, hogy a tanítási gyakorlatukat az IBL irányába formálják át. A tanárok szakmai fejlődésének elősegítése, az IBL-t támogató tanárképzési és tanártovábbképzési programok kidolgozása ezért összetett feladat. A tanárok nézeteinek, tudásának, szemléletmódjának formálása éppoly fontos, mint a kutatásalapú tanulás elősegítését lehetővé tevő tanári segédanyagok és tananyagok kidolgozása.

Tanári szerep a kutatásalapú tanulásban

A kutatásalapú tanulás folyamatát a rugalmasság, nyitottság, a sokféle elágazás lehetősége jellemzi, amely lehetővé teszi a hatékony, önálló tanuláshoz és annak fenntartásához szükséges készségek, képességek elsajátítását, a saját tanulásért való felelősség megtapasztalását, az információkereső és feldolgozó képesség, a problémamegoldó képesség, a kritikai gondolkodás fejlődését, az ismeretek értelmes elsajátítását. A kutatásalapú tanulásban a tanári szerep megfelel a tanulás konstruktivista felfogása által megfogalmazott szerepnek: a tanár a tudáskonstruálási folyamat segítője, facilitátora.

Ez a szerep teljesen eltér az ismeretátadó, tanárközpontú megközelítés szerepértelmezésétől, ahol a tanár a tanulási folyamat irányítója, vezetője, az információ forrása, a tanuló pedig a tanulási folyamat passzív résztvevője. A facilitátori szerep más tanári készségeket, képességeket igényel. Míg az ismeretközlő megközelítésben a kommunikáció gyakran egyirányú, a tanár magyaráz, előad, közvetíti a tananyagot, az értékelés során főként minősít, a facilitátor kérdéseket tesz fel, beszélgetést kezdeményez, lehetőséget teremt arra, hogy a diákok megvizsgálhassák saját elképzeléseiket, gyakran alkalmaz formatív értékelést (Rhodes, 1999). A PRIMAS projektben alapul vett, Swan (2005, 2006) által javasolt konnekcionista modell a tanár proaktív, előrelátóan cselekvő szerepét emeli ki, amelyben a tanár:

- megfelelő kihívásokat választ a tanulók számára;
- világossá teszi a tevékenységek célját;
- segíti a diákokat annak felismerésében, hogyan tudnak hatékonyabban dolgozni együtt;
- felismeri, feltárja a diákok előzetes tudását, és épít arra;
- megmutatja és megbeszéli a gyakori tévképzeteket;
- támogatja a tanulói vizsgálódást és a nézetek kicserélését nyugodt, reflektív légkört teremtve;
- megszünteti a hibázástól való rettegést azáltal, hogy a hibákra mint tanulási lehetőségekre tekint és nem problémákra, amelyeket érdemes elkerülni;
- hatékony kérdés segítségével aktivizálja, gondolkodásra készíti a diákokat;
- magasabb szintű kérdéseket alkalmaz, amelyekkel elősegíti a vizsgálódást, alkalmazást, szintézist;
- megfelelően irányítja a kiscsoportos és az egész osztályra kiterjedő megbeszélést;
- az IBL tevékenységeknek megfelelő, kollaboratív feladatokat alkalmaz;
- kapcsolatot teremt a témák között;
- minden tanórán kiemeli a fontos elképzeléseket, nézeteket;

- segíti a diákokat a saját nézeteik közötti kapcsolatok megteremtésében;
- megfelelően használja az eszközöket, például a számítógépet, interaktív táblát.

Az 1. táblázat a tanulói tevékenységeket és a hozzájuk kapcsolódó tanári tudást, tevékenységeket a kutatásalapú tanulás legnyitottabb formájában mutatja be, ahol a tanuló saját maga irányítja az általa felvetett és megfogalmazott kérdések vizsgálatát.

1. táblázat. Tanulói és tanári tevékenységek az IBL-ben (Forrás: a 3. munkasomag kézírata)

<i>A kutatás folyamatai</i>	<i>Az IBL-hez kapcsolódó tanári kompetenciák</i>
Szituációk felderítése és problémák megfogalmazása	A tanuló által irányított kutatás megszervezése
Vizsgálatok tervezése, reprezentációk és eszközök kiválasztása vagy létrehozása	A tanulók segítése a strukturálatlan problémák megragadásában
Az adatok szisztematikusan gyűjtése, dokumentálása és elemzése	A fogalmi fejlődés elősegítése a kutatás révén
Az eredmények interpretálása és értékelése	Kérdések alkalmazása
Az eredmények kommunikálása és azokra való reflektálás	A kutatásalapú tanulást támogató osztálytermi interakciók létrehozása és fenntartása
	A tanulók közötti együttműködés segítése
	A tanulást elősegítő értékelés alkalmazása

A szakirodalomban gyakran találkozunk a kutatásalapú tanulás és a problémaalapú tanulás kapcsán – különösen e módszerek felsőoktatási alkalmazásaiban (például az ápolók képzésében) – a facilitátori vagy tutori szerep elemzésével, a facilitátor eredményességét meghatározó tényezők vizsgálatával (Feletti, 1993; Cleverly, 2003). A hatékony facilitátor jellemzői Cleverly (2003) áttekintő munkája alapján a következők:

- segíti a diákokat abban, hogy változatos kérdezői stratégiákat használjanak, kérdezzenek rá az okokra, keressék a bizonyítékokat;
- lehetőséget teremt a kritikai gondolkodás fejlődésére;
- segíti a diákokat abban, hogy tanulásukat saját maguk irányítsák;
- fejleszti a tanulási motivációt;
- elősegíti, hogy az összes diák aktív legyen a tutori folyamatban;
- kooperatív csoportlégkört teremt;
- lehetőséget ad a diákoknak a reflektálásra, a teljes tutori folyamat hatékonyságának áttekintésére.

A facilitátorok hatékonyságának vizsgálata a problémaalapú tanulásban jelzi, hogy azok a facilitátorok, akik a tanítás során a tanulási folyamatra fókuszáltak, nagyobb arányban voltak eredményesek, mint azok, akik a tartalomra (De Grave, Dolmans és Van der Vleuten, 1999, idézi Cleverly, 2003). A diákok véleménye szerint a hatékony facilitátor megfelelő tanulási környezetet teremt a tanulás irányításához; fenntartja az őszinte, nyílt kapcsolatot a diákokkal; olyan módon kommunikál a diákokkal, hogy azok megértsék céljait, segítő javaslatait; körültekintően használja szaktárgyi tudását (Dolmans, Wolfhagen és Snellen-Balendong, 1994, idézi Cleverly, 2003).

Azer (2009) ötödik, hatodik és hetedik évfolyamos ausztrál tanulók körében végzett kérdőíves felmérést annak feltárására, hogyan érzelték saját részvételüket a problémaalapú tanulást alkalmazó, különböző témákkal foglalkozó tanórákon. Mindhárom korcsoport tanulói élvezték a különböző tevékenységeket, és pozitívan nyilatkoztak saját részvételükről. Különbségek a rendelkezésre álló források (tankönyvek, atlaszok, weboldalak, szótárak) használatának gyakoriságában jelentkeztek: az ötödikesek használták leggyakrabban a weboldalakat, tankönyveket, szótárakat, a hatodikosok elsősorban az

atlaszokat részesítették előnyben, míg a hetedikesek szignifikánsan kevesebb információforrást használtak, mint a másik két korcsoport. Az eredmények jelezték, hogy a tevékenységek, feladatok és információforrások tervezésénél lényeges szempont a tanulók életkori sajátossága, érdeklődése.

A tanári szerep számos jellemzőjéről szó esett e rövid áttekintésben, közülük talán a legfontosabb az, hogy a tanár fel tudja kelteni az érdeklődést a kutatásalapú tanulás iránt, meg tudja mutatni e tanulási módszer által fejlesztett képességek hasznát, fontosságát a tanulók életében, a mindennapokban és a munka világában. A tanárnak meg kell küzdenie azért, hogy a tanulóival megismertesse, elfogadtassa az IBL-t és a vele járó erőfeszítéseket, mint például az aktív részvételt, a sokféle tevékenységet, a kutatómunkát, a gondolkodtató feladatokat, a másokkal való együttműködést. A tanár akkor tudja felkelteni az érdeklődést, formálni a tanulói szerepet, hatékonyan segíteni a tanulást, ha ő maga is elfogadja az IBL céljait, módszereit, és meggyőződése az, hogy segítségével hasznos, releváns tudáshoz juttatja diákjait.

Szakmai fejlődés és a kutatásalapú tanulás

A szakmai fejlődés a tanári kompetenciák fejlődését jelenti. A tanári kompetenciák fejlődése, fejlesztése elkezdődik a tanárképzésben, és optimális esetben folytatódik a tanítással töltött évek alatt. A folyamatos önfejlesztés és a rendszeres továbbképzés segíti a tanárokat abban, hogy lépést tartsanak a tudományos, technikai változásokkal és képesek legyenek felkészíteni diákjaikat a folyamatosan változó világban való boldogulásra. A tanári tudás tartalmi szempontból több részre bontható: szaktárgyi tudás, pedagógiai tartalmi tudás (annak a tudása, hogyan kell tanítani a tantárgyi tartalmat), pedagógiai tudás (annak a tudása, hogyan kell tanítani általában). Gyakori az elméleti és gyakorlati tudás megkülönböztetése, amely arra utal, hogy a tanárok az elméleti ismeretek mellett saját tapasztalataik alapján is rendelkeznek tudással a tanításról, tanulásról. A tanár gyakorlati tudása több forrásból származik: egyéni tapasztalatok, másoktól készen átvett ismeretek és értékek (*Falus*, 2001).

A tanár tevékenységét, tanítási gyakorlatát számos tényező befolyásolja, így például a szaktárgyi, pedagógiai tartalmi és pedagógiai tudása, a tanítással, tanulással és a tantárggyal kapcsolatos meggyőződései; önszabályozó képessége, amely lehetővé teszi, hogy reflektáljon a tanításra és optimalizálja azt; motivációja, érdeklődése, önismerete, önhatékonysága. A tanár szakmai fejlődésére hatással van az a közeg, amelyben dolgozik: a kollégák, a tantestület, az intézményi vezetés, a fenntartó, a diákok és szüleik, az iskolával kapcsolatban álló helyi közösség.

A kutatásalapú tanulás céljainak, módszereinek megismertetésére, a tanári kompetenciák fejlesztésére irányuló továbbképzési program kidolgozói a PRIMAS projektben törekszenek arra, hogy figyelembe vegyék a tanári tudást befolyásoló tényezőket. Különösen nagy hangsúlyt fektetnek a tanárok nézeteire. A nézetek „...olyan feltételezések, feltevések, proposíciók a világról, amelyeket igaznak vélünk, s amelyek befolyásolják ítéleteinket, mások megítélését, s amelyeket felhasználunk döntéseink során” (*Richardson*, 1996, idézi *Falus*, 2001, 23. o.). A nézetek nem csak a tanárok gondolkodására, tanítási gyakorlatára hatnak, hanem a tanárképzésben részt vevő hallgatók tanulására, fejlődésére is. A képzésbe belépő tanárjelöltek a korábbi iskolai tapasztalataik alapján számos nézettel rendelkeznek az iskolával, a tanulással és a tanári szakmával kapcsolatban. A nézetek szűrőként működnek az új ismeretek szerzése során, nehezen alakíthatók, nem változtathatók meg egyszerűen azáltal, hogy megpróbáljuk elmagyarázni a tanárjelölteknek vagy a gyakorló tanároknak az új megközelítések hasznát, jelentőségét. Hasonló jelenséget ír le a tudományos ismeretek tanulásával kapcsolatban a fogalmi váltást vizsgáló szakirodalom: a tanulói naiv meggyőződések, tévképzetek cseréje nem lehetséges;

a fogalmi váltás a fogalmi kapcsolatok átszervezését, alapelvek megváltoztatását, metafogalmi tudás alkalmazását igényli (Vosniadou, 2001; Korom, 2005).

A tanári meggyőződések alakítására kézenfekvő és több haszonnal járó lehetőség a kutatásalapú tanulás alkalmazása a tanárok szakmai fejlesztésében. Azon túl, hogy ez a módszer alkalmas a tanári nézetek, meggyőződések felszínre hozására és formálására, a tanárok megtapasztalják az IBL-t a gyakorlatban, ugyanazt élik át a továbbképzésen, mint később a diákjaik a tanórákon. A PRIMAS projekt a tanári meggyőződések formálását öt lépésben képzei el:

A tanárok megvitatják a tanítással kapcsolatos meggyőződéseiket, értékeiket, mindennapi tanítási tapasztalataikat. Kiderül, hogy gyakran azért utasítják el az IBL-t, mert azt gondolják:

- nincs elegendő szaktárgyi tudásuk és tanári kompetenciájuk a nyílt feladatok menedzseléséhez;
- az IBL módszerek nem hatékonyak és túl sok időt elvesznek a tantervi tananyag feldolgozásától;
- a vizsgák inkább a tartalmi tudást mérik, mint a tudományos gondolkodást;
- nincsenek megfelelő, hatékony forrásaik az IBL elősegítéséhez.

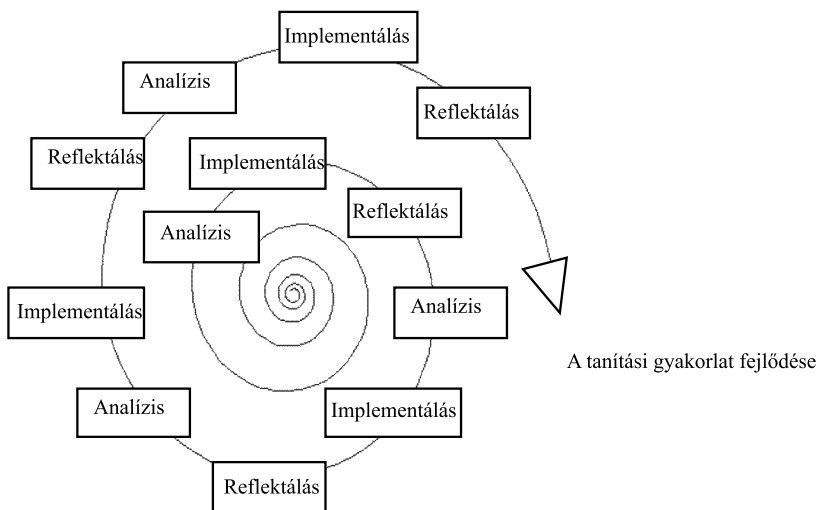
A tanárokat konfrontáltatják a kutatásalapú gyakorlattal: tanórai tevékenységeken keresztül (közvetlenül vagy tanórákról készült videofelvételeket megnézve) megtapasztalják és analizálják az IBL módszereket.

A tanárokat arra kéri, hogy oldják fel a meggyőződésekben jelentkező konfliktust, és próbálják ki az új módszereket a készen kapott anyagok, források alkalmazásával.

A tanárok reflektálnak az új osztálytermi tapasztalataikra. Megvitatják a pedagógiai következtetéseket és reflektálnak az új meggyőződésekre és gyakorlatokra.

A tanárok elkezdik beágyazni az új gyakorlatokat az által, hogy saját kutatásalapú feladatokat és tanórákat terveznek.

A szakmai fejlődés hosszú folyamat, a tanítási szokások és meggyőződések megváltoztatása nem megy egyik napról a másikra. Időre és a támogatásra van szükségük a tanároknak ahhoz, hogy elfogadják a számukra teljesen új tanári szerepet, és elsajátítsák a kutatásalapú tanításhoz szükséges készségeket, képességeket. A PRIMAS projekt spirális tanártovábbképzési modellje (3. ábra) mindezt úgy veszi figyelembe, hogy nem egyszeri tréninget javasol, hanem olyan ciklikus folyamatot, amelyben a tanárok tanítási gyakorlata fokozatosan fejlődik és mozdul el az IBL irányába.



2. ábra. Spirális modell: a kétéves tanárképzés menete (Forrás: PRIMAS Proposal)

A lépések a kétéves periódus alatt többször ismétlődnek, a folyamat önfenntartóvá válik, amikor a tanárok kezdik élvezni a közös munkát, a tanulást és kifejlesztnek egy új implementált tantervet az osztályaik számára. A spirális modell a tanárképzésben is alkalmazható, főként az első és a második lépése, a meggyőződések feltárása és ütköztetése az IBL-módszerekkel. A tanárjelöltek nézeteinek feltárása, tudatosítása és a tanárjelöltek saját, személyes tudásának formálása a hazai pedagógusképzési törekvésekben is jelen van (Falus, 2002).

A tanártovábbképzés nem rövid, néhány napos tréninget jelent, hanem két éven át tartó, ciklikusan ismétlődő tanulási folyamatot, amelyben a tanárok csoportokban dolgoznak, hálózatot építenek. Az általános és a középiskolai tanárok képzése nem különül el, a két képzési szakasz tanárai találkoznak egymással, ami elősegítheti, hogy közösen oldják meg azokat a problémákat, amelyek az iskolafokokozatok között, illetve az átmenet időszakában megjelennek.

A tanártovábbképzések tartalma, felépítése

A kutatásalapú tanulásra irányuló tanártovábbképzés alapvetően tevékenységközpontú. Elméleti blokkjában a tudással, a tanulással kapcsolatos pszichológiai és pedagógiai ismeretek és a tanulással, tudással kapcsolatos társadalmi elvárások kapnak helyet. A gyakorlati részében olyan tanári tevékenységek szerepelnek, amelyek az IBL-hez szükséges tanári kompetenciák fejlesztését, illetve a tanári meggyőződések formálását célozzák meg. A tevékenységek kidolgozását segíti az IBL céljainak megadása és a célokhoz kapcsolódó kérdések megfogalmazása. A 2. táblázat a célokra, kérdésekre és néhány tanári tevékenységre mutat példát.

2. táblázat. Tanári tevékenységek a szakmai fejlesztésben (Forrás: a 3. munkacsomag kézírata)

Cél / Kérdés	A szakmai fejlesztést segítő tanári tevékenység
Meggyőződések és a gyakorlat Melyek a tanárok aktuális meggyőződései a tanításról és a tanulásról?	A tanárok leírják meggyőzőzéseiket, amelyeket megvitatnak, csoportosítanak és reflektálnak rájuk. Videofelvételeken olyan tanórai tevékenységeket néznek meg, amelyek ellentétesek a tanítási gyakorlatukkal.
Az IBL természete Mi az IBL, és melyek azok a tudományos eljárások, amelyeket próbálunk elősegíteni?	Hagyjuk, hogy a tanárok olyan szintű IBL tevékenységgel foglalkozzanak, amelyek kihívást jelentenek számukra. A tanárok reflektálnak azokra a tudományos eljárásokra, folyamatokra, amelyeknek részesei.
A tanuló által vezetett kutatás Hogyan lehet támogatni a diákokat abban, hogy feltegyék és kövessék saját kérdéseiket?	A tanároknak különböző dolgokat, például fényképeket adnak, akik azok alapján természettudományos vagy matematikai problémákat fogalmaznak meg, majd elemzik, vizsgálják azokat.
Gondolkodást elősegítő kérdések Hogyan módosíthatja az osztályában a tanár a kérdézetést úgy, hogy segítse a tudományos gondolkodást?	A tanárok kapnak egy témát és egy leírást a kérdéstípusokról. A leírás alapján gondolkodtató kérdéseket fogalmaznak meg az adott témával kapcsolatban.
A tanuló előzetes tudására való építkezés Hogyan lehet feltárni a tanulók hibáit, tévképzetit és azokat konstruktív módon használni?	A tanár elemzi a tanulói munkákból vett mintákat. Feltárja a gondolkodást és konstruktív visszacsatolást javasol.
A strukturálatlan problémák megragadása Honnan származnak a megfelelő IBL-feladatok?	A tanárok a tankönyvekből és más forrásokból feladatokat vesznek és átdolgozzák azokat, hogy több lehetőséget nyújtsanak az IBL számára.
A kollaboratív munka elősegítése és fenntartása Hogyan lehet hatékonytá tenni a kisebb, illetve nagyobb csoportban zajló megbeszélést?	A tanárok megtapasztalják a kollaboratív megbeszélést egymás között. Reflektálnak a megbeszélésükre és megfogalmazzák, miért fontos a megbeszélés, és a megbeszélésnek mely formái hatékonyak és nem hatékonyak.

A tanári tevékenységek mellett a PRIMAS projekt keretében kidolgozásra kerülő továbbképzési anyag részét képezik óratervek és osztálytermi felvételek is, amelyek bemutatják az IBL működését a gyakorlatban. Fontos, hogy ezek az anyagok könnyen és szabadon hozzáférhetőek, egyszerűen kezelhetők legyenek, és beleférjenek egy tanítási órába. A továbbképzési anyag tartalmazni fog a szakirodalmi adatokra, empirikus vizsgálatokra alapozott összefoglalót is, amely beszámol az IBL kipróbálásának tapasztalatairól, megmutatva a hatékony és kevésbé hatékony alkalmazásokat. A tanárok útmutatást kapnak ahhoz is, hogy értékelni tudják az IBL hatékonyságát, eredményességét.

IBL-feladatok és a hatékony tanóra

Az IBL-feladatokkal szembeni alapvető követelmény, hogy segítsék a tanulás során felmerülő kérdések, elképzelések vizsgálatát, elemzését, legyenek nyitottak olyan mértékben, hogy felmerülhessenek különböző válaszok, megoldások a tanulás során (*Khan és O'Rourke*, 2005). Az utóbbi években több nemzetközi szintű fejlesztés zajlott, ahol sor került tananyagok, tanórai tevékenységek fejlesztésére, kipróbálására. A német SINUS-transzfer projekt (1) alapján számos olyan tapasztalat fogalmazódott meg, amelyek jól hasznosíthatók a PRIMAS projektben is. A hatékony tanóra:

- fejleszti az intrinszc motivációt és a természettudományok és a matematika tanulásával kapcsolatos érdeklődést. Ez olyan feladatokkal valósítható meg, amelyek meglepetéssel vagy érdekességgel szolgálnak, megfelelő minőségűek, relevánsak és lehetőséget adnak a társakkal való együttműködésre.

- biztosítja az alapvető tudást, amely nem elsősorban tényeket jelent, hanem azokat a készségeket, képességeket, amelyek az információ kereséséhez, szelektálásához, szervezéséhez és interpretálásához szükségesek. A tanárnak meg kell tanulnia, hogy olyan feladatokat válogasson ki, amelyek segítik az alapvető tudás megszerzését, és egyben elősegítik a megértést is.

- fejleszti a feladatkulturát. A tanárnak meg kell tanulnia olyan feladatok tervezését, válogatását és alkalmazását, amelyek nem strukturáltak, könnyen hozzáférhetőek, továbbfejlesztetők és támogatják a döntéshozást, a kreativitást és a magasabb rendű gondolkodást.

- lehetővé teszi, hogy a tanulók tanuljanak a hibáikból. A tanártovábbképzéseken ezért hangsúlyt kell helyezni arra, hogy a tanárok tudatosítsák a gyakori tévképzeteket és tudják, milyen módszerekkel lehet azokat megszüntetni.

- fejleszti a kumulatív tanulást. A tanárnak építenie kell arra, amit már tudnak a tanulók, ezért fontos a formatív értékelés, valamint a tudományos és a mindennapi tudás közötti kapcsolatok megteremtése.

- fejleszti az önálló tanulást. A szakmai fejlesztés során a tanárokat meg kell ismertetni olyan módszerekkel, amelyek segítségével fokozatosan csökkenteni tudják az irányítást, hogy a diákok képesek legyenek egyre inkább függetlenül gondolkodni.

- lehetővé teszi, hogy a diákok átlépjék a tantárgyi határokat és megtapasztalják az interdiszciplináris megközelítéseket. A projekt kapcsolatot kíván teremteni az elemi és a középfokú matematika és természettudományi tantárgyak között, lehetővé téve a különböző szinteken történő vizsgáldást.

- segíti a tanulói kooperációt. A szociálkonstruktivizmus alapelveit figyelembe véve olyan feladatokat ad, amelyek elősegítik a csoportban történő tanulást.

- csökkenti a nemi sztereotípiákat, a lányokkal is igyekszik megkedveltetni a matematikával és a természettudományokkal való foglalkozást.

A PRIMAS projektben részt vevő országok mindegyike kidolgoz matematika és természettudományi IBL-feladatokat, illetve a tanárok szakmai fejlődését segítő tananyagokat. Az elkészült anyagok használhatók egy közös, nemzetközi szintű fejlesztő program

összeállításához, illetve megvalósítható általuk a nemzeti sajátosságokhoz igazodó implementáció. A tananyagok kidolgozásához, disszeminációjához, a tanártovábbképzési rendszer kialakításához rendelkezésre állnak más nemzetközi és nemzeti projektek tapasztalatai.

Az egyik nemzetközi projekt a LEMA (Learning and Educating through Modelling and Applications), amelynek keretében hat európai ország – közöttük hazánk – részvételével került sor feladatok és tanártovábbképzési program fejlesztésére a matematikai modellezés, a valós szituációkban történő komplex problémamegoldás terén. (2)

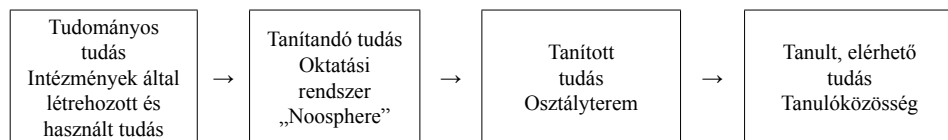
A másik nagy európai project a POLLEN (3), amely a kérdezőszen vagy kutatáson alapuló természettudományos oktatás ('inquiry-based science education', IBSE) fejlesztésére irányult 12 ország együttműködésével. E projektnek hazánk szintén résztvevője volt. (4)

Jól használhatók a németországi SINUS és SINUS-Transzfer (5) tapasztalatai, amelyek a matematika és a természettudományok tanításának megújítását célozzák meg az iskolák, tanárok közötti együttműködés segítségével. A feladatok fejlesztéséhez mintaként szolgálhat a matematikatanítást segítő angol Bowland Maths (Swan, 2008), amely a problémamegoldó gondolkodás fejlesztésére tartalmaz feladatokat, óraterveket, tanórai felvételeket (6), valamint a fizikatanításra koncentráló német Physics in context (piko) projekt. (7)

A kutatásalapú tanulás elterjedését befolyásoló tényezők vizsgálata

A PRIMAS projekt bemutatásakor Csikos Csaba (2010) tanulmányában szó esett a 2. munkacsomagról, amelynek keretében a nemzeti sajátosságok és a meglévő tananyagok elemzése zajlik. A projekt kezdete óta eltelt időszakban elkészült a nemzetközi összehasonlító elemzés, azoknak a faktoroknak, struktúráknak, lehetőségeknek és korlátoknak a feltárása, amelyek segíthetik vagy hátráltathatják a kutatásalapú tanulás elterjedését a részt vevő országokban. A nemzeti beszámolók közös struktúra szerint, öt részfeladatra koncentrálva (lásd: Csikos, 2010) készültek el, így vált lehetővé a globális szintézis.

Az elemzés elméleti háttérül a Chevallard-féle antropológiai didaktikai elmélet ('Antropological Theory of Didactics', ATD) szolgált, amelynek előzményei az 1980-as évekig vezethetők vissza. Ekkor jelent meg a pedagógiai kutatásokban, különösen a francia matematikai didaktikában a didaktikai transzpozíció fogalma (Chevallard, 1985), annak a folyamatnak az elemzése, amelynek során a tudományos tartalom tananyaggá válik. Ez a kezdeti, a szociológia által inspirált munka jelentős lépés volt abba az irányba, hogy a didaktikai rendszerről úgy gondolkodjunk, mint a társadalom részét képező és különböző szférákkal kölcsönhatásban lévő rendszerről. Főként a diszciplína akadémiai szférájával (a tudományos tudás létrehozása és kontrollálása) és a Chevallard által „Noosphere”-nak nevezett szférával (a görög 'noos' szóból származtatva: „a hely, ahol valaki gondolkodik”), amelynek különböző szereplői válogatják, adaptálják a tanítandó tudást. Majd ezt a tudást formálják tanított tudássá olyan folyamatok révén, mint a tankönyvírás, tanári segédanyagok készítése vagy a tanár egyéni felkészülése a tanításra. Végül a tudás az osztályteremben jelenik meg, ahol a tanulók tanulmányozzák, így válik a tanulás számára elérhető tudássá (3. ábra).



3. ábra. A didaktikai transzpozíció folyamata (Bosch és Gascón, 2006, 56. o.)

A didaktikai transzpozíció fogalmából kiindulva Chevallard továbblépett az oktatási rendszer modellezésének irányába. Az oktatási rendszert úgy értelmezte, mint a különböző intézmények komplex struktúráját. Ezek az intézmények különböző méretűek és többé-kevésbé láthatók. A középfokú oktatás egy adott országban egy intézmény, de a 10. évfolyamos matematika osztály ugyanabban az országban szintén egy intézmény, amely része az elsőnek. Az oktatási rendszeren kívüli intézményeket is figyelembe kell venni, például a matematikusok, fizikusok közösségét. Egy intézményen belül létrejöhet a közös gyakorlatot folytató egyének csoportja. Az intézményen belül az egyének az alanyok, akik bizonyos korlátokat hordoznak, ezt nevezi Chevallard a tudás tárgyához való intézményi viszonyoknak ('institutional relation'). Az egyén mint egy intézmény tagja bizonyos hivatalos intézményi viszony alapján korlátozott kapcsolatban van azzal a tudással, amellyel foglalkoznia kell. Mindazonáltal ezek az intézményes korlátok hagynak bizonyos eltérést, ez az, amiért a modell a tudás tárgyával való személyes kapcsolatot is figyelembe veszi. Valójában a személyes kapcsolat annak a ténynek az eredménye, hogy minden egyén más intézményeknek is alanya vagy alanya volt, amelyekben a tudásnak ugyanazon tárgyaiban volt érdekelt (például: a tanár is volt diák; tanítás a különböző iskolafokokozatokban vagy különböző időben különböző programokkal). Az intézményi megközelítés gazdagította a didaktikai transzpozíció modelljét azért, hogy rámutatott az oktatási rendszer komplexitására, ahol a tudás különböző tárgyai kölcsönhatásban vannak a különböző egyénnel és a különböző intézményekkel.

Az oktatási rendszer bonyolult folyamatainak, társadalmi beágyazottságának elemzéséhez az antropológiai didaktikai elmélet a praxeológiát, az emberi cselekvés tudományát hívja segítségül, amely a bonyolult társadalmi folyamatok vizsgálatához axiómákat (például: az ember cselekszik) fogalmaz meg. A praxeológia Chevallard (2006, 22–23. o.) értelmezésében nem csak annak a tanulmányozását jelenti, amit az emberek tesznek, és azt hogyan teszik, hanem annak is, mit gondolnak, és azt hogyan teszik. Ebben az értelemben a didaktika magába foglalja a praxeológiát, vagy legalább annak egy részét, mert a társadalmi szűrésről való tudás valójában a cselekvés és gondolkodás emberi útjairól való tudás. A matematikai didaktika részét képezi a matematikai praxeológia, annak a tudományos leírását és elemzését, ahogyan mi, emberek cselekszünk és gondolkodunk, amikor „csináljuk a matematikát”.

A szó etimológiáját követve az emberi cselekvést két, egymással kölcsönhatásban lévő komponens megkülönböztetésével analizálhatjuk: (1) a praxis szintje, a „tudni, hogy hogyan”, amely magában foglalja a megoldandó feladatokat, problémákat és a megoldásukhoz szükséges technikákat (például egy másodfokú egyenlet és annak megoldási algoritmus). (2) A logos vagy tudás szintje, amely a technológiát jelenti: leírja, magyarázza és igazolja az alkalmazott technikákat (például egy másodfokú egyenlet kanonikus alakja és az a tény, hogy bármely pozitív számnak két négyzetgyöke van; a technológia azért, hogy igazolja az algoritmust, a polinomegyenletek tulajdonságaira koncentrál). A formális érvelést, amely igazolja a technológiát, elméletnek nevezik (mint a polinomok algebrája az előző példában).

Bosch, García, Gascón és Ruiz Higuera (2006) tanulmányukban rámutatnak, hogy – hasonlóan más emberi tevékenységekhez – a matematika létrehozása, tanítása, tanulása, alkalmazása és terjesztése társadalmi intézményekben valósul meg. Ezek mint matematikai praxeológiák és matematikai szervezetek ('organisations') modellezhetők. Azért, hogy precízebb eszközökkel lehessen analizálni az intézményi didaktikai folyamatokat, Chevallard (1999, idézi Bosch, García, Gascón és Ruiz Higuera, 2006) a matematikai praxeológiákat a következő módon csoportosította: specifikus, helyi, regionális, globális. A matematikai szervezetek természete azoktól az intézményektől függ, amelyekhez kötődnek:

Specifikus matematikai szervezetet egyedi feladat hoz létre és a feladattal kapcsolatos egyedi technika jellemzi.

Helyi matematikai szervezet számos specifikus praxeológia integrációja és összeillesztése révén jön létre. Olyan technológiával jellemezhető, amely igazolja, magyarázza és világossá teszi minden egyes specifikus praxeológia különböző technikáit.

Regionális matematikai szervezet számos helyi matematikai szervezet koordinálásával, integrálásával és összeillesztésével jön létre egy közös matematikai elméletben.

Globális matematikai szervezet akkor valósul meg, ha a számos regionális matematikai szervezet hozzáadódik a különböző matematikai elméletek integrációjához.

Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy amit tanulnak és tanítanak egy pedagógiai intézményben, azok matematikai praxeológiák. A praxeológiák ritkán egyéniek: az intézményekben szerveződött emberek csoportjai által megosztottak.

A matematikai és a természettudományi szervezetek és didaktikai szervezetek ko-determináltak az intézményi szintek teljes hierarchiája által, amelyek egymásra épülve meghatározzák és korlátozzák egymást (az alacsonyabb szint részben döntéshozóként megjelenik a magasabb szinten). A kodetermináció szintjeinek részletes modelljét adja az antropológiai didaktikai elmélet. A legalacsonyabb szint a tárgy ('subject'), amely egy feladat vagy technika köré szerveződik (például másodfokú egyenlet), a téma ('theme') egy technológiára koncentrálna (például polinomegyenletek), a szektor ('sector') ugyanazon elméleten belül komplex praxeológiákat állít a középpontba (például polinomok), a különböző szektorok ugyanannak a területnek ('domain') a részei (például algebra), a következő szint a diszciplína (matematika). Az újabb szint a pedagógia (például a tanítási alapelvek egy intézmény tantervében), az iskola szintje, amely figyelembe veszi a tantervi előírásokat, a tantárgyakra való tagolást, az időkereteket, a tanárképzés jellemzőit. A következő szint a társadalom, amely az oktatási rendszer intézményi szervezetét, a tantervek legáltalánosabb szintjét jelenti. A legmagasabb szint a civilizáció szintje, amely figyelembe veszi a kultúrák közötti különbségeket.

Az antropológiai didaktikai elméletből a PRIMAS projekt 2. munkacsomagjának megvalósítói elsősorban a didaktikai determináció szintjeinek skáláját használták a nemzeti elemzések strukturálásához. Az implementáció korlátait, feltételeit négy szinten azonosították:

- civilizáció vagy társadalom (tradíció vagy jelenlegi változások az oktatásban, a matematika és a természettudomány specifikus szerepe a társadalomban);
- iskola (globális szervezet, az iskolarendszer felépítése, a tanárképzés és tanártovábbképzés rendszere);
- pedagógia (az oktatás, tanári tevékenység, nemzeti értékelés törvényi szabályozása);
- diszciplína (a matematika és a természettudományok helye a tantervben, tanári kompetenciák, az IBL megjelenése a tantervben, taneszközökben).

A nemzetközi összehasonlító elemzés összegzéseként elmondható, hogy társadalmi szinten, a markáns tradicionális különbségek ellenére, az utóbbi években minden országban változások történtek olyan pedagógiai paradigmák irányába, amelyek céljai összeegyeztethetők a kutatásalapú tanulás szemléletmódjával.

Az iskola szintjén nagy a változatosság az oktatási rendszer szerkezetében (elemi oktatás, alsó és felső középfok) és az egyes szintek hosszában. Az elemi szinten oktató pedagógusok képzése azonban hasonló, főként pedagógiai, didaktikai jellegű, általában gyenge pontja a diszciplináris (különösen a matematikai és természettudományi) képzés. A felső középfok tanárai általában egyszakosak, a szaktárgyukat tekintve megfelelően, a pedagógiát tekintve azonban gyengén képzettek. Az elemi és a felső középfok közötti szint tanárai alkotják a leginkább heterogén csoportot, képzettségük széles skálán mozog, lehetnek egy vagy kétszakosak. A tanártovábbképzés és a szakmai fejlesztés a legtöbb országban nagyon alacsony színvonalú, dominálnak az egynapos képzések, nem megfelelő a tréningek ellenőrzése. A tanárok motivációjában jelentkező problémák hátterében a képzésekhez való hozzáférés és a finanszírozás nehézségei állnak.

A pedagógia szintjén történt elemzés jelzi, hogy a tanügyi dokumentumok a konzorcium minden országában tükrözik az oktatáspolitikai aktuális nemzetközi irányait, olyan pedagógiai alapelveket tartalmaznak, amelyek támogatják a kutatásalapú tanulást. Az egyformaság mögött azonban változatos helyzetek húzódnak meg. Néhány országban ez a pedagógiai irányvonal teljesen új, más országokban a konstruktivista megközelítésnek hosszú hagyományai vannak. Az oktatáspolitikai támogatása azonban nem jelenti azt, hogy a kutatásalapú tanulás ténylegesen megjelenik a tanítási gyakorlatban. Ez valójában minden országban fekete folt. Az okok azonban országonként eltérőek lehetnek a nemzeti kontextustól, kulturális háttértől függően: például nem biztosítanak képzést azoknak a tanároknak, akik diákként egyáltalán nem tapasztalták meg a kutatásalapú tanulás módszereit; a változásoktól való idegenkedés; a tradíciók súlya vagy az idő hiánya (a tananyag teljesítése az elsődleges szempont). Ráadásul a legtöbb országban az ellenállás nem csak a tanároktól származik, hanem a diákoktól, szülőktől, esetleg a társadalom egészétől. Több országban (de nem az összesben) az értékelési rendszert is fejlesztették, figyelembe véve az oktatáspolitikai változásokat. A legtöbb esetben azonban a változás lassú, és nem mindig megfelelő az IBL támogatásához. A részt vevő országok többségében az értékelés korlátot jelent, amely gátolja a tanárokat az IBL-módszerek alkalmazásában.

A diszciplína szintjén (és az alsóbb szinteken) az összes országban, az összes szinten a matematikai és a természettudományi hivatalos tantervekben az IBL felfogásához jól kapcsolódó explicit jelzések fedezhetők fel. Ilyenek például a diszciplínák közötti koherencia növelése, a diszciplínákon átívelő és interdiszciplináris tevékenységek ajánlása. Ugyanakkor ez a hivatalos állásfoglalás elrejtje a valóságot. Számos bizonyíték van arra, hogy a gyakorlatban az IBL-t középpontba helyező tanítás nem terjedt el széles körben. Az információközlő tanítás dominál a legtöbb országban, még akkor is, ha vannak helyi különbségek a különböző paraméterek szerint a tanárképzésben vagy abban, milyen mértékben jelennek meg a konstruktivizmus, a problémamegoldás és a kutatásalapú tanulás felé mutató változások a tantervi dokumentumokban. A változásokkal szembeni ellenállást nemzetközi kutatások erősítik meg. Bár a legtöbb országban néhány tanulmány beszámol sikeres helyi IBL-kísérletekről, ezek száma csekély. A legtöbb országban hiányosak az erőforrások, a tankönyvek nem biztosítanak megfelelő IBL-feladatokat. Néhány olyan eset is előfordul, hogy az egyébként nem IBL-központú tankönyv jó alapot nyújt az IBL-tevékenységekhez. A megfelelő tankönyv fontos, de ha a tanárok nem megfelelően használják a problémamegoldást vagy a kutatásalapú tanulást támogató taneszközöket, az eredmény nagyon gyenge lesz.

A hazai elemzés legfontosabb eredményei többnyire összhangban vannak a nemzetközi helyzettel. A társadalom és a pedagógia szintjén is elfogadják a gondolkodásfejlesztésre, a releváns, hasznosítható ismeretek megszerzésére, a hatékony, önálló tanulásra irányuló törekvések. A tanítási gyakorlatban azonban nagyon erős hagyományai vannak az ismeretátadó felfogásnak, elsősorban a tehetséggondozásban és a pedagógiai kutatásokban találkozhatunk a kutatásalapú tanulás elemeivel. Sem a tankönyvek, sem a tanárképzés, sem a tanártovábbképzés nem támogatja megfelelő módon a kutatásalapú tanulást. Csupán egy matematika és egy biológia tankönyv címében szerepel a „problémamegoldás” kifejezés az aktuális tankönyvjegyzékben; a 2010 júniusáig akkreditált tanárképzési programok között nincs olyan, amelynek leírásában utalás lenne a kutatásalapú vagy a problémaalapú tanulásra.

Összegzés

A kutatásalapú tanulás a konstruktivista tanulásfelfogásra épülő, a tanulói aktivitást kiemelő, a tanulók gondolkodásának fejlesztését, a tudományos ismeretszerzés módszereinek elsajátítását, a hatékony, önálló tanulást támogató módszer, amelynek hazánkban

csak kevés előzménye van. A PRIMAS projektben való részvétel ezért kiváló lehetőség arra, hogy megismerkedjünk a kutatásalapú tanulás jellemzőivel, működő gyakorlataival, részt vegyünk a nemzetközi tananyagok kidolgozásában, tanárképzési programok fejlesztésében. A nemzetközi tapasztalatokat hasznosítva, a módszer előnyeit, hátrányait mérlegelve átgondolhatjuk, milyen módon, milyen témák esetében tudjuk beilleszteni a kutatásalapú tanulást a közoktatási rendszerünk kereteibe, hagyományaiba, hogyan tudjuk általa fejleszteni a tanárképzést és támogatni a tanárok szakmai fejlődését.

Jegyzet

- (1) www.sinus-transfer.de
- (2) <http://www.lemma-project.org/web.lemma-project/web/eu/tout.php>; <http://lemma-project.hu>
- (3) <http://www.pollen-europa.net/?page=WkdXK8w8jtl%3D>
- (4) <http://www.scienceinschool.org/2009/issue11/pollen/hungarian>
- (5) <http://www.sinus-transfer.de/>
- (6) <http://www.bowlandmaths.org.uk/>
- (7) <http://www.uni-kiel.de/piko/>

Irodalom

- Askew, M., Brown, M., Rhodes, V., Johnson, D. és William D. (1997): *Effective Teachers of Numeracy: Report of a study carried out for the Teacher Training Agency*. King's College, University of London, London.
- Azer, S. A. (2009): Problem-based learning in the fifth, sixth, and seventh grades: Assessment of students' perceptions. *Teaching and Teacher Education*, **25**, 1033–1042.
- Bosch, M. és Gascón, J. (2006): Twenty-five years of the didactic transposition. *ICMI Bulletin*, 58. sz. 51–63.
- Bosch, M., García, J., Gascón, F. J. és Ruiz Higuera, L. (2006): Reformulating „mathematical modelling” in the framework of the anthropological theory of didactics. In: Novotná, J., Moraová, H., Krátká, M. és Stehlíková, N. (szerk.) *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Volume 2*. Charles University in Prague Faculty of Education, Czech Republic.
- Chevallard, Y. (2006): Steps towards a new epistemology in mathematics education. In: Bosch, M. és mtsai. (szerk.): *Proceedings of the 4th Conference of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 4)*. <http://ermeweb.free.fr/CERME4/>
- Cleverly, D. (2003): Inquiry-based learning: facilitators' perceptions of their effectiveness in the tutorial process. *International Journal of Nursing Studies*, 40. sz. 829–841.
- Falus Iván (2001): A gyakorlat pedagógiája. In: Golnhofer Erzsébet és Nahalka István (szerk.): *A pedagógusok pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 15–27.
- Falus Iván (2002): Szakdolgozat a pedagógiai képzésben. *Iskolakultúra*, **12**. 1. sz. 73–78.
- Feletti, G. (1993): Inquiry-based and problem-based learning: how similar are these approaches to nursing and medical education? *Higher Education Research and Development*, **12**. 2. sz. 143–156.
- Glaserfeld, E. (1995): Radical constructivism. A way of knowing and learning. The Palmer Press, London – Washington, D. C.
- <http://www.bowlandmaths.org.uk/>: Bowland Trust / Department for Children, Schools and Families.
- Khan, P. és O'Rourke, K. (2005): Understanding enquiry-based learning. In: Barrett, T., MacLabhainn, I. és Fallon, H. (szerk.), *Handbook of enquiry and problem based learning*. Centre for Excellence in Learning and Teaching, NUI Galway and All Ireland Society for Higher Education (AISHE), Dublin. 1–12.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Pope, M. és Gilbert, J. (1983): Personal experience and the construction of knowledge in science. *Science Education*, **67**. 2. sz. 193–203.
- PRIMAS Proposal: Seventh Framework Programme, Theme: Science in Society, Project: Promoting inquiry in Mathematics and science education across Europe. Kézirat.
- PRIMAS WP2 – *Analysis of national contexts: International synthesis report comparing national contexts, pointing out differences, commonalities, and interesting resources and initiatives proper to be adapted to an international use*. Kézirat.
- PRIMAS WP3 – Professional Development. Kézirat.
- Rhodes, L. K. (1999): Choices and consequences in the renewal of teacher education. *Journal of Teacher Education*, **50**. 1. sz. 17–25.
- Swan, M. (2005): Improving Learning in Mathematics: Challenges and Strategies. Teaching and Learn-

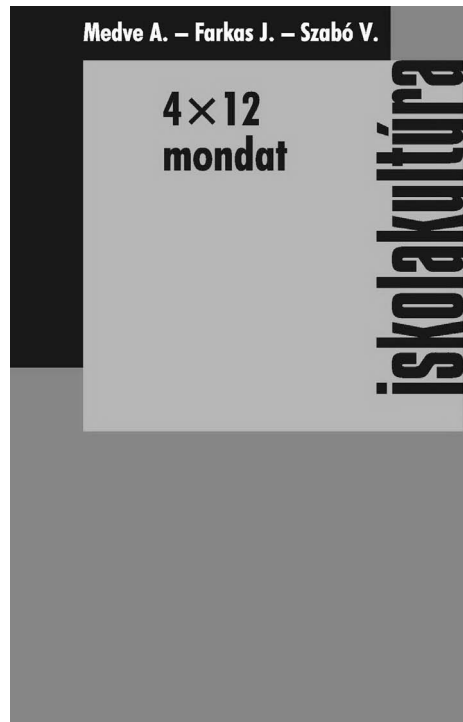
ing Division, Department for Education and Skills Standards Unit, Sheffield.

Swan, M. (2006): Collaborative Learning in Mathematics: A Challenge to our Beliefs and Practices. National Institute for Advanced and Continuing Education (NIACE); National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy (NRDC), London.

Swan, M. (2008). *Bowland Maths Professional development resources*. <http://www.bowlandmaths.org.uk>: Bowland Trust/ Department for Children, Schools and Families.

Vosniadou, S. (2001): Tanulás, megismerés és a fogalmi váltás problematikája. *Magyar Pedagógia*, **101.** 4. sz. 435–448.

A tanulmány a PRIMAS (Promoting inquiry in mathematics and science education across Europe) projekt támogatásával készült (GA 244 380).



A Gondolat Kiadó könyveiből